

## 清酒酵母の開発 (第2報)

横堀正敏\*<sup>1</sup> 南澤賢\*<sup>1</sup> 増田こずえ\*<sup>2</sup> 阿部知子\*\*\*

### Development of Sake Yeast (Part 2)

YOKOBORI Masatoshi\*<sup>1</sup>, MINAMISAWA Ken\*<sup>1</sup>, MASUDA Kozue\*<sup>2</sup>, ABE Tomoko\*\*\*

抄録

清酒酵母変異株54株について、発酵試験、小仕込み試験を行い、少酸株1株、カプロン酸エチル高生産性株2株の計3株を選抜した。これらについて総米60kg清酒製造試験を行ったところ、FFC6株（親株は埼玉F酵母、鉄イオンビーム照射による変異、セルレニン耐性）は対照と比較して、カプロン酸エチルを高生産し、酸度が小さく、アルコールの生成や日本酒度の切れは同等で、アミノ酸度は高めだが、もろみの液中での死滅率は小さかった。実地試験では、華やかな香りの高い清酒が製造できたが、もろみ日数が長い、アルコールや酒化率が低め、アミノ酸度が高い、などの検討課題も見られた。

キーワード：清酒酵母，重イオンビーム，人工変異，カプロン酸エチル

#### 1 はじめに

前報において選抜された54株<sup>1)</sup>は、培地中での発酵性等を試験したのみである。実用化のためには、より実際に近い条件での性質も確かめなければならない。

本研究では、更なる発酵試験や小仕込み試験を行い、選抜した酵母について、総米60kgでの清酒製造試験および実地試験を行った。

発酵試験により選抜された20株について、総米55gの小仕込み試験を既報<sup>2)</sup>と同様に行った。

総米55gの小仕込み試験により選抜された4株について、総米1kgの試験を、表1に示す仕込配合により、二段の酵母仕込みと三段のアンブル仕込みで行った。その他は既報<sup>3)</sup>のとおりである。

#### 2 実験方法

##### 2.1 供試酵母

前報において選抜された54株<sup>1)</sup>。対照として埼玉E酵母を使用した。

##### 2.2 発酵試験

前報<sup>1)</sup>と同様に行った。

##### 2.3 小仕込み試験

表1 小仕込み試験（総米1kg）仕込配合

	酒母	初添	仲添	留添	
二段酵母仕込	蒸米(g)	160		610	
	乾燥麹(g)	66		132	
	汲水(mL)	395		990	
	乳酸(mL)	1			
三段アンブル仕込	蒸米(g)	110	235	425	
	乾燥麹(g)	22	34	56	86
	汲水(mL)	105	190	310	780
	乳酸(mL)	0.6	0.4		

##### 2.4 清酒製造試験

総米1kgの小仕込み試験により選抜された3株について、総米60kgで清酒製造試験を行った。もろみの香气成分は、凍結保存したろ液を解凍し、測定した。その他は既報<sup>4)</sup>のとおりである。

\*<sup>1</sup> 北部研究所 生物工学担当

\*<sup>2</sup> 現 技術革新支援室 ものづくり開発支援担当

\*\*\* (独)理化学研究所

## 2.5 実地試験

清酒製造試験により選抜された FFC6 株について、県内酒造工場において、実地での製造試験を行った（総米 300~600kg、精米歩合 50~60%、純米酒あるいは純米吟醸酒）。

## 3 結果及び考察

### 3.1 発酵試験

発酵試験により、表 2 に示す 20 株を選抜した。高発酵性株は得られなかった。

表 2 発酵試験で選抜された株

選抜基準	株数	対照（埼玉E酵母）比		
		カプロン酸エチル	酸度	発酵能
カプロン酸エチル高生産	10	2.6~9.8	0.7~1.1	1.0
少酸	7	0.6~2.2	0.7~0.8	1.0~1.1
多酸	3	0.8~1.7	1.3~1.7	0.8~1.0
高発酵性	0	—	—	—

### 3.2 小仕込み試験

総米 55g の小仕込み試験の結果、発酵性や粕歩合、成分値などで判断し、表 3 に示す 4 株を選抜し、総米 1kg の小仕込み試験に供した。

総米 1kg の小仕込み試験結果を表 4 に示す。特

表 3 総米 55g の小仕込み試験結果

株	アルコール分	日本酒度	酸度	アミノ酸度	カプロン酸エチル (ppm)	粕歩合 (%)
AFH10	16.6	-3	2.3	0.4	1.6	118.6
CEC33	15.8	-8.5	3.7	0.3	2.4	117.7
FFC6	15.1	-8	2.7	0.5	4.0	120.8
FOC4	15.6	-2.3	2.1	0.3	5.8	113.0
対照	15.8	±0	2.8	0.3	1.5	116.2

表 4 総米 1kg の小仕込み試験結果

株	アルコール分	日本酒度	酸度	アミノ酸度	カプロン酸エチル (ppm)	粕歩合 (%)
AFH10	17.1	-6	2.1	2.6	2.3	85.0
CEC33	15.8	-18	2.7	2.3	2.8	90.5
FFC6	17.1	-9	2.1	2.6	3.4	85.3
FOC4	16.6	-12	1.7	2.8	5.1	90.0
対照	18.3	2.5	2.3	2.5	2.4	73.3

に発酵性の鈍い CEC33 株を除き、AFH10 株、FFC6 株、FOC4 株の 3 株を清酒製造試験に供した。

### 3.3 清酒製造試験

もろみ経過を図 1 に示した。日本酒度の切れは、どれも対照より順調なほどであった。アルコールの生成は、FOC4 のみ、もろみ後半で遅れた。酸度はどれも対照より低く、特に AFH10 と FOC4 で小さかった。アミノ酸度はどれも対照より高く、特に FOC4 が高かった。酵母密度は FOC4 が小さめで、死滅率は FFC6 が特に小さかった。香気成分は FFC6 と FOC4 が同様の傾向で、カプロン酸エチルの生成が多かった。

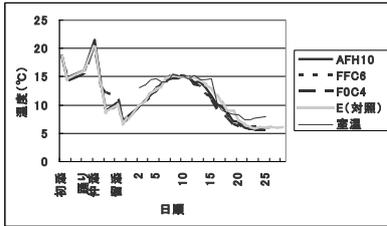
試験結果を表 5 に示した。FOC4 はカプロン酸エチルの生成が多く、酸が少ないという特徴は見られたが、アルコールが少なく粕歩合が多く、酒化率も悪かった。アミノ酸度も高いため、製成酒の劣化が早くなることが懸念される。

表 5 清酒製造試験結果

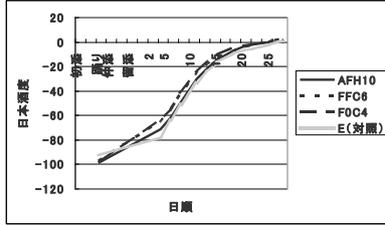
株	AFH10	FFC6	FOC4	対照	
アルコール分 (%)	16.55	16.75	15.8	17.1	
日本酒度	+0.5	+1.5	+1	+0.5	
酸度	1.5	1.7	1.4	1.9	
アミノ酸度	1.45	1.4	1.6	1.05	
香気成分 (ppm)	酢酸エチル	77.3	38.2	23.3	86.1
	イブタノール	88	43	29	101
	酢酸イブタノール	3.3	1.3	0.8	5.0
	イブタノールアルコール	198	154	128	213
	カプロン酸エチル	0.8	5.9	6.2	1.9
	E/A 比 (%)	1.7	0.8	0.6	2.3
有機酸 (ppm)	クエン酸	102	79	40	123
	リンゴ酸	101	106	79	43
	コハク酸	346	364	262	390
	乳酸	785	560	516	665
	酢酸	23	53	33	7
	ヒドロクサリジン酸	120	72	103	19
粕歩合 (%)	42.3	44.2	49.9	43.0	
純アルコール得 (L/白米 t)	312	306	284	312	
もろみ日数 (日)	25	27	26	28	

官能的に、AFH10 は軽快でなめらかで、日本酒らしい風味であった。FFC6 は香り高く華やかで、味も軽快だった。FOC4 も香りは高いが、アミノ酸が高いためか少々雑味が感じられた。

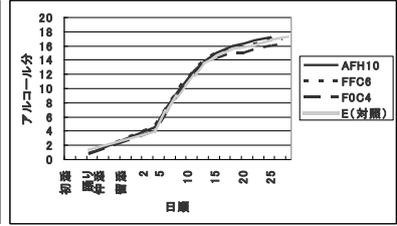
以上の結果より、特徴がはっきり現れ、酒化率



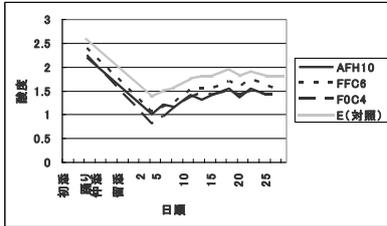
(1) 温度



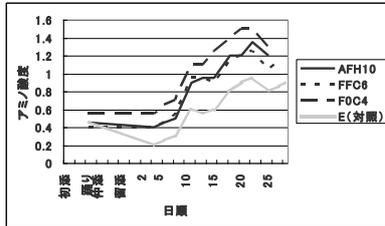
(2) 日本酒度



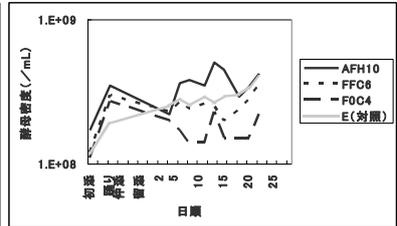
(3) アルコール分



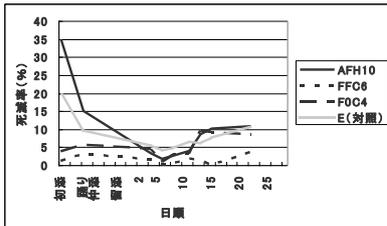
(4) 酸度



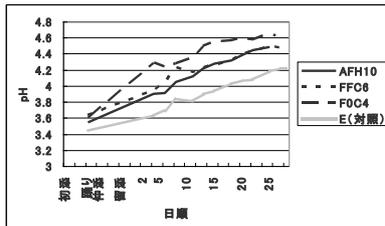
(5) アミノ酸度



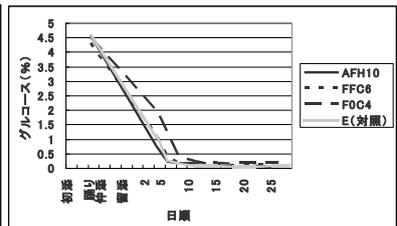
(6) 酵母密度



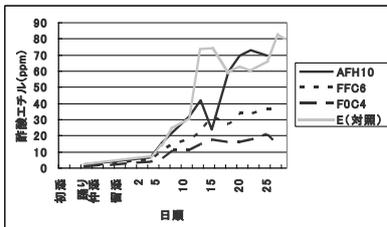
(7) 死滅率



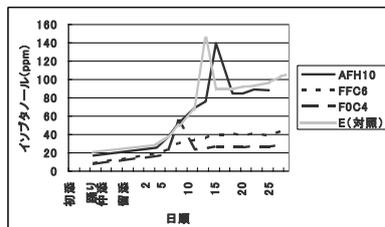
(8) pH



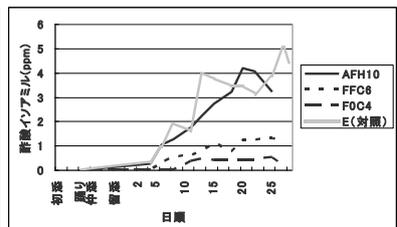
(9) グルコース



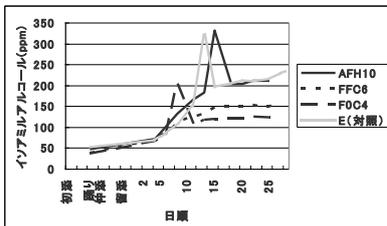
(10) 酢酸エチル



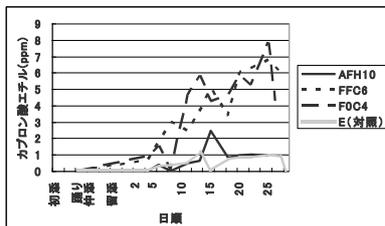
(11) イソブタノール



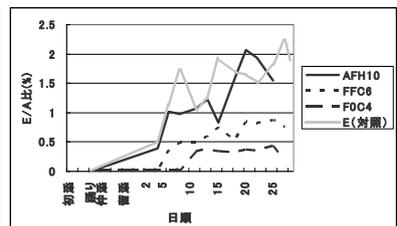
(12) 酢酸イソアミル



(13) イソアミルアルコール



(14) カプロン酸エチル



(15) E/A比

図1 もろみ経過

も悪くない FFC6 株を選抜し、県内酒造場において実地規模での製造試験に供した。なお FFC6 株は、埼玉F酵母に鉄イオンビームを照射して得られた、セルレニン耐性<sup>9</sup>株である。

### 3.4 実地試験

試験結果の平均値を表6に示した。カプロン酸エチルは多かったが、もろみの最高温度を低め(約11~12℃)にしたためか、もろみ後半で切れが鈍る傾向が見られ、もろみ日数が長くなった。また、アルコールや酒化率も低めで、アミノ酸度は高かった。これらについては今後、製造方法などを検討して改善する必要があると思われる。

表6 実地試験結果(平均)

アルコール分 (%)		17.05
日本酒度		+2.5
酸度		1.35
アミノ酸度		1.75
香気成分 (ppm)	酢酸エチル	36.9
	イソブタノール	39.4
	酢酸イソアミル	1.6
	イソアミルアルコール	143
	カプロン酸エチル	11.7
	E/A比 (%)	1.0
有機酸 (ppm)	クエン酸	110
	リンゴ酸	197
	コハク酸	261
	乳酸	633
	酢酸	46
	ピログルタミン酸	63
粕歩合 (%)		51.6
純アル収得 (L/白米 t)		317.3
もろみ日数 (日)		38

官能的には、香り高く華やかな特徴が見られた。

## 4 まとめ

昨年度に引き続いての発酵試験や、小仕込み試験を行い、変異株 54 株より 3 株を選抜し、清酒製造試験に供した。その結果、香りが高く酒化率も悪くない FFC6 株を選抜し、実地規模での清酒製造試験に供した。香り高く華やかな清酒が製造できたが、もろみ日数が長い、アルコールや酒化率が低め、アミノ酸度が高い、などの検討課題も見られた。

### 参考文献

- 1) 横堀正敏, 高橋友哉, 増田こずえ, 阿部知子: 清酒酵母の開発, 埼玉県産業技術総合センター研究報告, **8**, (2010)45
- 2) 横堀正敏, 鶴菌大, 渡辺泰成, 増田こずえ: 微生物利用技術に関する研究—新規酵母の分離と食品への応用—, 埼玉県産業技術総合センター研究報告, **5**, (2007)107
- 3) 横堀正敏, 鶴菌大, 高橋友哉, 増田こずえ: 微生物利用技術に関する研究—新規酵母の分離と食品への応用(3)—, 埼玉県産業技術総合センター研究報告, **6**, (2008)55
- 4) 横堀正敏, 増田こずえ, 山田和男: 清酒仕込方法の合理化に関する研究—仕込配合の検討—, 埼玉県産業技術総合センター研究報告, **1**, (2003)116
- 5) 市川英治: カプロン酸エチル高生産酵母, 日本醸造協会誌, **88**, 2(1993)101